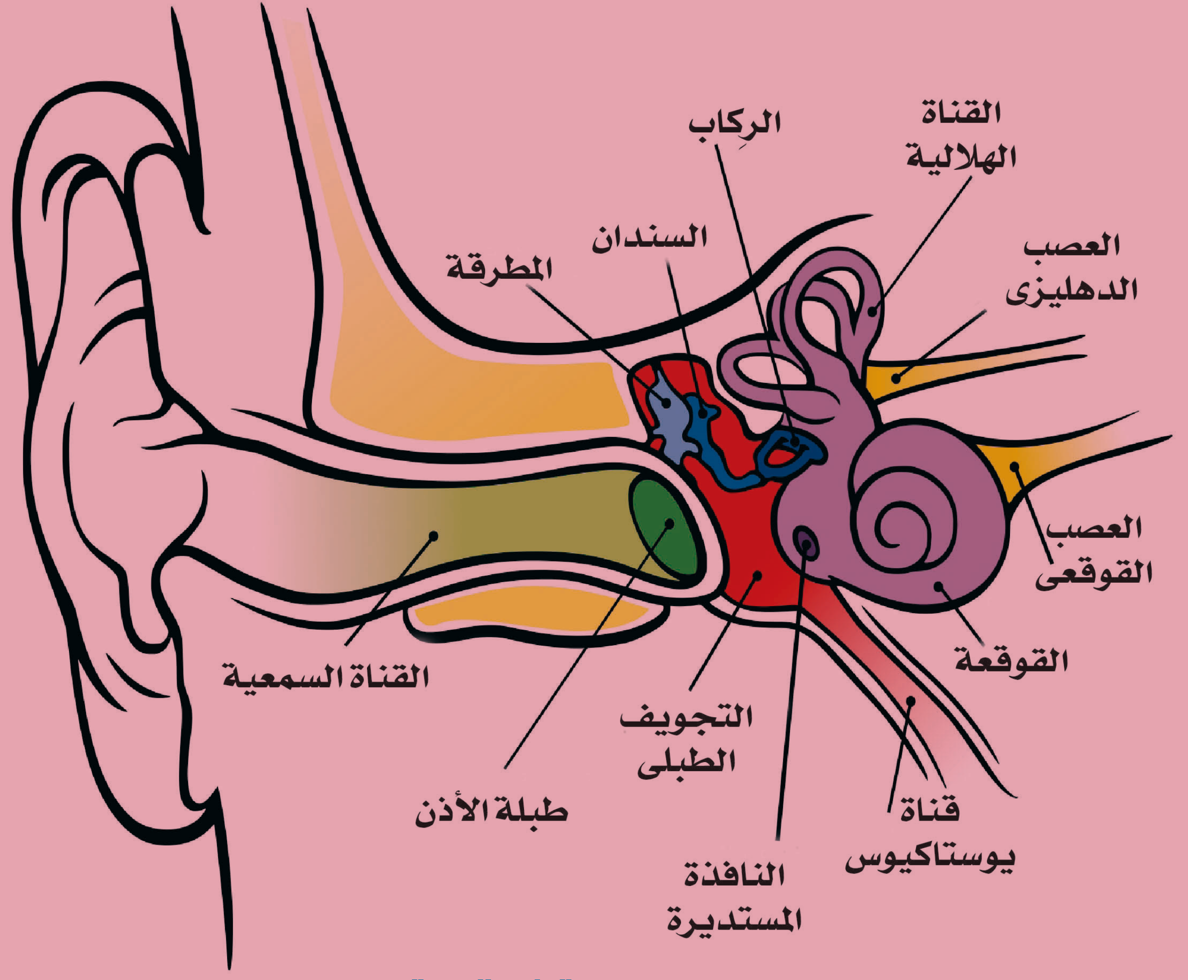
يقدمه: أشرف شهاب



# الأذن

## تلتقط 20 ألف ذبذبة فى الثانية الواحدة

بما يتفوق على أى جهاز كمبيوتر معروف فى عالمنا اليوم، تستطيع الأذن البشرية التمييز بين 40 ألف صوت مختلف، وتضم نحو مائة ألف خلية سمعية، ونحو ٩٢ ألف وتر صوتى، ومع ذلك فعلى غرار محدودية بصر الإنسان، حيث لا يمكنه الرؤية إلا فى حدود مكونات الضوء الأبيض (ألوان الطيف) وهى الأحمر والبرتقالى والأصفر والأخضر والأزرق والنيلى والبنفسجى، وما ينتج عن اختلاطها ببعضها من ألوان متعددة، أما ما تعدى حدود ذلك من موجات ضوئية فلا يستطيع الإنسان أن يميزها.




ونفس الحال ينطبق على الأذن البشرية، التى لا تستطيع أن تستمع لأى أصوات تقل شدتها عن 20 هرتز (الهرتز = الذبذبة فى الثانية)، ولا يمكنه تحمل الأصوات التى تزيد شدتها على 20000 هرتز أى 20 ألف ذبذبة فى الثانية.

## الصوت

الصوت صورة من صور الطاقة الحركية التى تنجم عن اهتزاز الأجسام المصدرة للصوت، فينتشر الصوت خلال الماء أو الهواء أو الأجسام الصلبة على شكل موجات صوتية طولية فى جميع الاتجاهات.

## سرعات الصوت

ينتقل الصوت كموجة من خصائصها السرعة والتردد والشدة. فسرعة الصوت فى الهواء تصل إلى 340 مترًا لكل ثانية، وتتأثر سرعة الصوت بالحرارة، فتصل إلى 331 مترًا لكل ثانية عند درجة صفر مئوية، وتصل إلى 343 مترًا لكل ثانية عند درجة حرارة 20 مئوية.

كما ينتقل الصوت فى السوائل بسرعات أكبر تصل إلى 1440 متر لكل ثانية فى الماء، وإلى 3500 متر لكل ثانية فى المواد الصلبة كالنحاس و 5000 متر فى الثانية فى الفولاذ.

أما التردد فهو الذى يحدد الحيز المسموح وغير المسموح به، فإن الأذن البشرية تستطيع أن تميز الأصوات ما بين درجة تردد 20 هرتز (هرتز = الذبذبة فى الثانية) إلى درجة تردد 20000 هرتز، أما خارج هذا النطاق فهناك الموجات فوق السمعية التى لا يستطيع الإنسان سماعها، ويكون ترددها أكثر من 20000 هرتز. وهناك أيضا الموجات تحت السمعية، التى لا يستطيع الإنسان سماعها، ويكون ترددها أقل من 20 هيرتز.

## قياس الصوت

يستخدم العلماء وحدة تسمى الديسيبلdBلقياس مستوى شدة الصوت. والنبرة ذات التردد 3000 هرتز وذات مستوى الشدة صفر ديسيبل، هي فاصل عتبة السمع، أي أضعف صوت تستطيع الأذن البشرية الطبيعية أن تسمعه. ومستوى شدة الصوت الذي قيمته 140 ديسيبلا هو مؤشر عتبة الألم. ولا تحدث الأصوات ذات 140 ديسيبلا، أو أكثر، إحساسا بالسمع فى الأذن، وإنما تحدث إحساسا بالألم.

ولتمثيل شدة الصوت، نعطى أمثلة التالية:

130ديسيبل: ضجيج محرك طائرة عند الإقلاع من بعد 25 مترا.

120ديسيبل: صوت رعد.

110ديسيبل: ضجيج قطار يمر عن قرب.

100ديسيبل:ضجيج ورشة حدادة.

90ديسيبل: ضجيج مكثف فى الشارع.

80ديسيبل: ضجيج فى قاعة اجتماعات.

70ديسيبل: ضجيج داخل قطار يجرى.

60ديسيبل: صوت محادثة عادية.

50ديسيبل: الصوت داخل شقة عادية.

40ديسيبل: حى هادئ أو فى الريف.

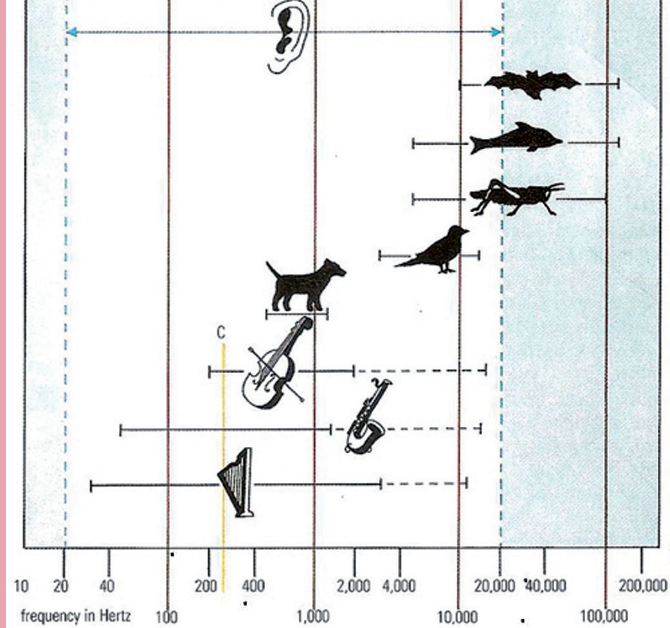
30ديسيبل: شقة فى حى هادئ.

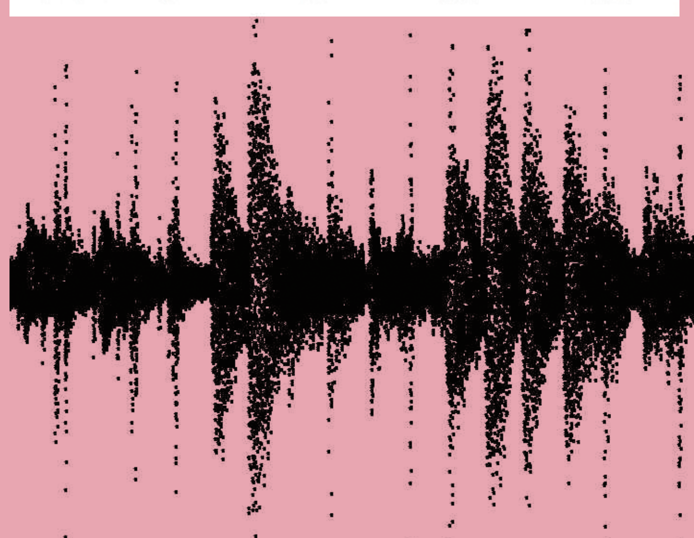
20ديسيبل: منطقة هادئة جدا.

10ديسيبل: ستوديو للتسجيلات.

0ديسيبل: عتبة السمع، أضعف صوت يمكن للإنسان سماعه.

وتختلف أقصى مدة يمكن أن يتعرض لها الإنسان حسب شدة الأصوات. فإذا وصلت شدة الصوت إلى 45 ديسيبل لا يستطيع الفرد العادى أن ينام فى هدوء. وعند 85 ديسيبل تبدأ آلام الأذنين، وإذا وصلت شدة الصوت إلى 90



ديسيبل، فلا يستطيع الإنسان أن يتحمل ذلك لأكثر من ثمانى ساعات. أما إذا زادت إلى 100 ديسيبل فإن هذه المدة تتناقص إلى ساعتين فقط، وإذا وصلت إلى 110 ديسيبل تناقصت مدة سلامة الإنسان إلى نصف ساعة فقط. أما إذا وصلت شدة الصوت إلى 160 ديسيبل فإن الإنسان يصاب بالصمم التام، لذلك نجد كثيرا من العاملين فى مجالات ذات درجة ضوضاء عالية، وبعض الموسيقيين يصابون بالصمم نتيجة تعرضهم للأصوات الشديدة لفترة طويلة.

## كيف نسمع الأصوات؟

عند وصول الموجات الصوتية إلى أذن الإنسان يقوم صيوان الأذن بتجميعها وتركيزها خلال القناة السمعية لتصل إلى غشاء الطبلة الذى يتأثر بها ويهتز اهتزازات مماثلة (بنفس درجة تردد الصوت) ثم يتم نقلها بواسطة عظيمات الأذن الوسطى التى تقوم بتضخيم هذه الاهتزازات ونقلها إلى الأذن الداخلية محدثة اهتزازات مماثلة وقوية فى السائل الليمفاوى الخارجى، ومن خلال هذا السائل تسرى الذبذبات إلى قوقعة الأذن، فتؤدى إلى إهتزاز جدار القوقعة، وبالتالى إهتزاز السائل الليمفاوى الداخلى، فيتم تنبيه الخلايا الحسية الشعرية، التى تقوم على الفور بتوليد إشارات كهربائية معينة تسرى منها إلى الألياف العصبية السمعية، وتنقل عبر العصب السمعى إلى مركز السمع العليا فى المخ. وتعتبر الخلايا الشعرية بمثابة «محول كهربائى» يحول الموجات الصوتية إلى إشارات كهربائية.

ويسمع الإنسان صوته الخاص بطريقتين. الأولى عن طريق صوته المنتشر عبر الموجات فى الهواء، والجزء الثانى يسمعه بسبب انتقال الصوت رأسا عبر عظام الفك إلى عظام الجمجمة، ثم إلى السائل الليمفاوى فى الأذن الداخلية. وتحدث عملية سماع الصوت فى أقل من أعشار الثانية، مما ينتج عنه نبضة كهربائية محددة تنتقل إلى العصب الصادر من أسفل الخلية الشعرية. ومن ثم إلى العقدة العصبية للعصب السمعى ثم إلى مراكز السمع فى المخ. مع العلم أن الأصوات التى نسمعها عن طريق الأذن اليمنى يتم إيصالها إلى مراكز السمع العليا بالجانب الأيسر من الدماغ، والعكس كذلك. كما أن مركز النطق عند الغالبية الناس فى الجانب الأيسر من الدماغ.

## كيف نسمع الصوت فى الهاتف؟

1 - تصدر موجات صوتية من الهاتف.

2 - تعبر موجات الصوت عبر قناة الأذن الخارجية، وتصطدم بطبلة الأذن.

3 - تهتز طبلة الأذن ثم تنتقل ذبذباتها إلى عظيمات دقيقة الحجم موجودة بالأذن الوسطى.

4 - ترسل تلك العظيمات الذبذبات إلى القوقعة، وهو عضو يشبه شكل الدودة ذات القوقعة، وتوجد فى الأذن الداخلية، حيث تتحرك الذبذبات فى دائرة.

5 - تهتز شعيرات دقيقة داخل القوقعة فتشكل إشارات فى العصب السمعى.

6 - تنتقل الإشارت عن طريق العصب السمعى إلى مراكز السمع بالفص الصدغى بالمخ، حيث تتم ترجمة الأصوات، والتعرف عليها، ومطابقتها فى جزء الذاكرة فى المخ. وهكذا إذا تطابق الصوت المسموع الصوت المخزن فى الذاكرة يمكننا أن نحدد من هو المتحدث معنا، حتى بدون سؤاله عن اسمه.

## وظائف أخرى للأذن

يعتقد الكثيرون خطأ أن الإنسان يسير على الأرض متزنا بسبب قدميه. وهذه معلومة خاطئة، فالإنسان يسير متزنا بسبب«أذنيه». حيث أن القنوات شبه الهلالية المختصة بالتوازن فى «الأذن الداخلية»، تعتبر إحدى معجزات الله فى الجسم البشرى. وهذه القنوات نصف دائرية تحتوى على سائل. وكل قناة تأخذ اتجاها معينا، فهناك قناة فى وضع أفقى لكى تضبط «اتزان الإنسان فى وضعه الأفقى»، وقناة ثانية فى وضع رأسى لتضبط توازن وتحركات الإنسان، وهو واقف على قدميه فى وضع رأسى، وقناة ثالثة فى وضع خلفى لتمنع الإنسان من السقوط على ظهره أو إلى الأمام.

وهذه القنوات هى التى تتحكم تماما فى توازن الإنسان. وهكذا يتضح لنا أن الإنسان يمشى على الأرض متزنا بأذنيه وليس بقدميه. وإذا زادت كمية السائل الذى يملأ إحدى هذه القنوات أو جميعها عن معدله، ولو بنصف قطرة ماء، سوف يختل توازن الإنسان، وتدور به الدنيا والأرض وما عليها، وتزداد نبضات قلبه، ويتدفق العرق الغزير منه.

وهكذا يتضح أن الإبداع الذى أودعه المولى عز وجل فى مكون واحد من مكونات جسم الإنسان، يتفوق بمراحل خيالية على أرقى أنواع الإبداع البشرى، والتقدم العلمى الذى وصلت إليه البشرية حتى يومنا هذا، فتبارك الله أحسن الخالقين.